

они распределены неравномерно и локализуются у поверхности угольных частиц. Обработка образцов солью K_2CO_3 при температуре 900 °С обеспечивает высокую эффективность. Материал обладает самой большой удельной поверхностью 1329 м²/г (образец K10.900.2); основной объем пор приходится на мезопоры (от 10 до 40 нм) и микропоры (~ 2 нм).

Обработка образцов при высокой температуре (950 °С) и в длительном времени (3 часа) приводят к снижению удельной поверхности и выхода продукта. Активация солью K_2CO_3 показывает более высокую эффективность по сравнению с активацией Na_2CO_3 .

Литература

1. Hary Marsh and Francisco Rodriguez-Reinoso. Activated Carbon. – United Kingdom: Elsevier Ltd., 2006. – 554 p.
2. Nguyễn Đức Văn, Hóa học vô cơ (tập 2), Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội, 2011.
3. Bansal R.C., Goyal M. Activated Carbon Adsorption. – USA: CRC Press, 2005. – 470 p.
4. Taik Nam Kim, Nguyễn Văn Tư và Nguyễn Ngọc Minh, Nghiên cứu chế tạo than hoạt tính từ vỏ trấu Việt Nam, Tạp chí KH&CN Kim loại, 38, 2011.
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.

ПОРИСТАЯ СТРУКТУРА ПРОДУКТОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ МЕДИ И КАДМИЯ

А.С. Долинина, А.М. Устюгов

Научный руководитель профессор В.В. Коробочкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Технологии электронных продуктов нового поколения, используемых в качестве прозрачных материалов, основываются на применении активных оксидных полупроводников и многокомпонентных диэлектриков. Особая роль при этом принадлежит полупроводникам n- и p-типа. Актуальной задачей является взаимное допирование в широком интервале соотношений наноструктурных материалов, имеющих различный тип проводимости с целью создания композитов заданного состава и изделий на их основе, обладающих уникальными свойствами. При этом важные эксплуатационные характеристики зависят от параметров пористой структуры материала. Особенно это касается материалов, используемых для целей катализа и сорбции. Значение удельной поверхности определяет процессы катализа в области лимитирующей стадии химической реакции, в то время, как суммарный объем пор характеризует сорбционную емкость продуктов. Диаметр пор вещества влияет на возможность диффузии газов и паров в поровом пространстве. Наиболее предпочтительными для указанных областей применения являются поры с размером 2–50 нм, т.е. находящиеся в диапазоне мезапор.

Целью настоящей работы является исследование пористой структуры оксидных материалов, полученных совместным электрохимическим окислением на переменном токе меди и кадмия.

Образцы для исследований были получены в неравновесных условиях синтеза: электролиз переменным током промышленной частоты при варьировании плотности тока (i) в интервале 1–3 А/см². В качестве электролита использовался раствор хлорида натрия с концентрациями 3, 15 и 25 % мас. Температура процесса электролиза 100 °С. Сушка образцов проводилась при температуре 110 °С в течение 4 часов.

Адсорбционные измерения проводились с помощью прибора NOVA. В качестве адсорбата использовался азот. Перед измерениями навески образцов (0,12–0,20 г) тренировались в среде газообразного азота в течение 17 ч при температуре 150 °С. Расчет удельной поверхности проводился с помощью метода БЭТ (по изотерме адсорбции) по результатам измерений в интервале равновесных относительных давлений паров азота $P/P_0 = 0,05–0,33$. Посадочная площадка молекулы азота в заполненном монослое принимается равной 0,162 нм². Погрешность измерения величины удельной поверхности составляет ± 2,8 отн. %. Суммарный объем пор определялся по величине адсорбции при $P/P_0 = 0,999$. Характеристики пористой структуры материалов, полученных при различных условиях синтеза, приведены в таблице.

Таблица

Характеристики пористой структуры продуктов электрохимического окисления меди и кадмия
в растворе хлорида натрия

C_{NaCl} , % мас.	i , А/см ²	$S_{уд}$, м ² /г	V_{Σ} , см ³ /г	d , нм
3,0	1,0	8,2	0,0289	14,7
	2,0	2,2	0,0064	11,7
	3,0	19,4	0,0778	16,0
15,0	1,0	2,7	0,0780	15,7
	2,0	11,5	0,0716	24,9
	3,0	2,4	0,0588	9,8
25,0	1,0	3,93	0,1298	13,2
	2,0	4,27	0,1417	13,3
	3,0	2,14	0,0113	21,1

Из таблицы следует, что продукты электрохимического окисления меди и кадмия имеют удельную поверхность в интервале 2–19 м²/г, незначительный суммарный объем пор. Вместе с тем все продукты характеризуются примерно одинаковым диаметром пор, находящимся в мезадиапазоне. Видно, что строгой корреляции между диаметром пор материала и удельной поверхностью не существует это также касается зависимости удельной поверхности от параметров электролиза, что хорошо видно из рис. 1. Значительной удельной поверхностью обладают продукты электролиза, синтезированные при плотностях тока 1 и 3 А/см² в растворе хлорида натрия с концентрацией 3 % мас. Следует отметить, что значения удельной поверхности материалов, полученных в растворе хлорида натрия с концентрацией 25 % мас. имеют наименьшие показатели из всех исследуемых образцов.

Максимальным объемом пор характеризуются материалы, полученные в растворе хлорида натрия с концентрацией 25 % мас. и при значениях плотности тока электролиза 1 и 2 А/см². Это хорошо иллюстрирует рис. 2. Из рис. 2 видно, что суммарный объем пор материалов, полученных при концентрации хлорида натрия 3 % мас. и плотности тока 1 и 2 А/см² в 4–8 раз меньше, чем этот показатель для образцов, синтезированных в растворе хлорида натрия с концентрацией 25 % мас.

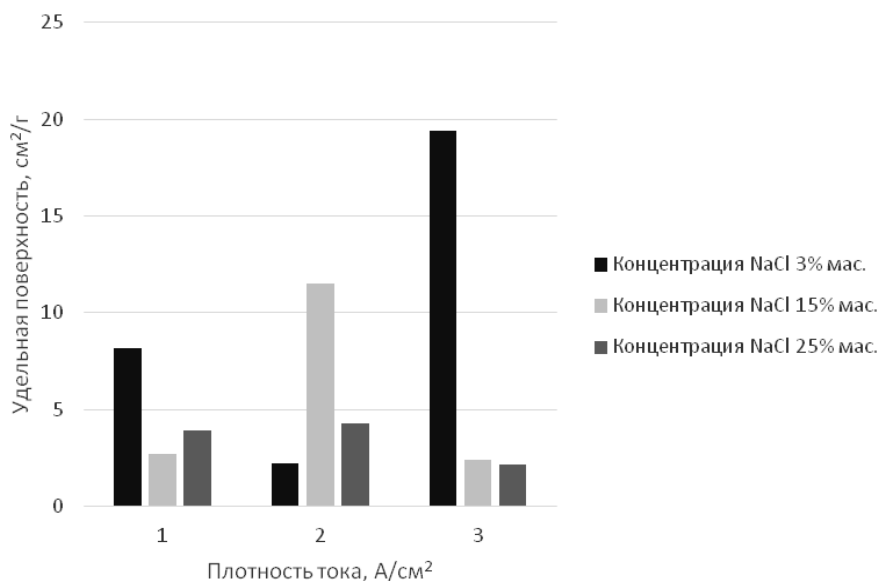


Рис. 1. Зависимость удельной поверхности от плотности тока электролиза при различной концентрации электролита

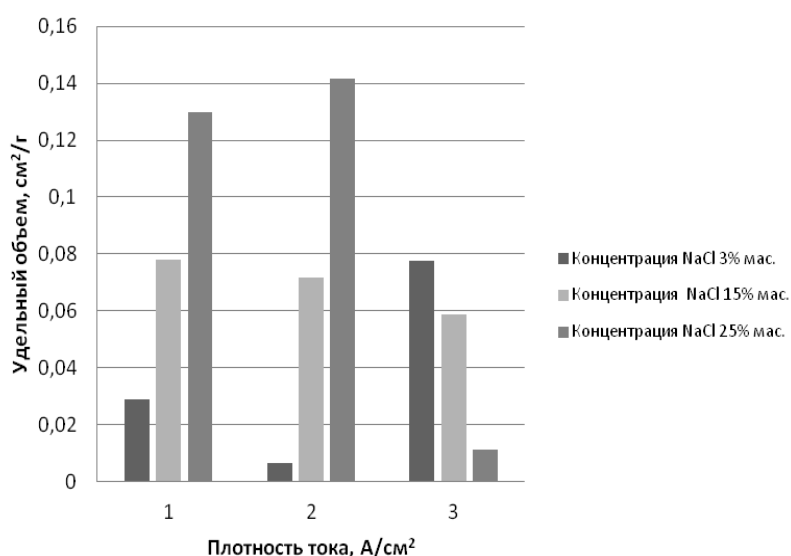


Рис. 2. Зависимость удельного объема пор от плотности тока электролиза при различной концентрации электролита

В результате проведенных исследований следует отметить, что материалы, полученные методом электрохимического окисления на переменном токе меди и кадмия, обладают диаметром пор, соответствующим мезадиапазону. Характеризуются незначительным суммарным объемом пор и удельной поверхностью в интервале $2\text{--}19\text{ м}^2/\text{г}$.

ПОЛУЧЕНИЕ ОТОЩАЮЩИХ ДОБАВОК МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ

Д.О. Дорохов

Научный руководитель доцент О.К. Семакина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В современных условиях производство строительных материалов является одним из важных направлений отечественной промышленности. Это объясняется ежегодным повышением темпов строительства и дефицитом высококачественных стройматериалов. Для улучшения природных свойств глиняного сырья – уменьшения общей усадки, чувствительности к сушке и обжигу, улучшения формовочных свойств, широко применяют добавки.

Отощающие материалы – это добавки к пластичным материалам, снижающие пластичность и усадку масс при сушке и обжиге. Отощающие материалы вводят в керамические массы для регулирования их структурно-механических и технологических свойств. В качестве отощающих добавок чаще всего применяют вещества неорганического происхождения: кварцевый песок, шамот (обоженная и измельченная глина), бой изделий, молотый шлак и золу. Эти добавки не только уменьшают усадку изделий, но и улучшают формовочные свойства массы, делают более легким технологический процесс производства и устраняют брак. Во многих случаях без введения в глину отощающих добавок изготовление кирпича полусухим способом невозможно. Особо благоприятное действие отощающие добавки оказывают на тонкодисперсные пластичные глины, которые в чистом виде плохо прессуются и расслаиваются [3].

В качестве искусственных отощающих материалов используют дегидратированную глину и шамот, а также отходы производства (котельные и другие шлаки, золы, ожежные остатки и т.д.). Дегидратированную глину получают нагреванием обычной глины примерно до $600\text{--}700\text{ °C}$ (при этой температуре она теряет пластичные свойства) и применяют в качестве отошителя при производстве грубой строительной керамики. Шамот изготавливают путем обжига огнеупорных или тугоплавких глин при температурах $1000\text{--}1400\text{ °C}$. Шамот является основным сырьем в производстве огнеупорных шамотных изделий.

К природным отощающим материалам относятся такие вещества, которые неспособны в смеси с водой образовывать пластичную массу, например кварцевые пески, пылевидный кварц.

Большее применение находит сухая зола уноса с электрофильтров ТЭЦ [2]. Сжигание углей на ТЭЦ происходит при температуре $1100\text{--}1600\text{ °C}$. При сгорании органической части углей образуются летучие соединения в виде дыма и пара, а негорючая минеральная часть топлива выделяется в виде твердых очаговых остатков, образуя пылевидную массу (золу), а также кусковые шлаки. Количество твердых остатков для каменных и бурых углей колеблется от 15 до 40 %. Уголь перед сжиганием измельчается и в него, для лучшего сгорания, часто добавляют мазут в небольшом количестве (0,1–2 %).

При сгорании измельченного топлива мелкие и легкие частицы золы уноса уносятся дымовыми газами, и они носят название золы уноса. Размер частиц золы уноса колеблется от 3–5 до $100\text{--}150\text{ мкм}$. Количество более крупных частиц обычно не превышает 10–15 %. Улавливается зола уноса золоуловителями и складывается в золоотвалах. Отвалы постоянно пылят, подвижные формы элементов активно вымываются осадками, загрязняя воздух, воды и почвы. Использование таких отходов – одна из наиболее актуальных проблем.

Кроме золы уноса также используют отходы углеобогащения. Эти отходы получают после обогащения различного угля. Они представляют собой глинистые, сланцевые породы с содержанием горючей части 10–30 %, отличающиеся высокой теплотворной способностью. Влажность углесодержащих пород 10–12 % и более, крупность кусков не слипшейся породы – от 6 до 100 мм, зольность в среднем 70 %. Встречаются породы с большим содержанием глинозема и угля, которые используют в качестве отощающих добавок.

Целью научных исследований является возможность получения отощающих добавок в виде гранул из отходов производства (золы и угля) методом экструзии и определение физико-механических свойств полученных гранул.

Экструзионная формовка базируется на определении структурно-механических свойствах формуемых систем, их способности под влиянием механических воздействий снижать пластическую прочность, а после снятия напряжения вновь ее восстанавливать [1]. Благодаря этому под действием механических усилий формовочной машины (шнек, лопасти, приспособление для протирки) масса становится менее вязкой, приобретает пластичность и поддается продавливанию через фильеру. После выхода из фильеры и снятия напряжения происходит тиксотропное восстановление пластической прочности, и отформованные гранулы становятся пригодными для дальнейшей транспортировки.

В лабораторных условиях формовка экструзией производится с помощью так называемого «шприца», представляющего собой цилиндрическую трубку, внутри которой на винтовом штоке перемещается поршень, выдавливающий массу; на противоположном конце трубки на резьбе закреплена фильера с диаметром отверстий 3 мм, через которые формируется пастообразная масса. Образующиеся при этом длинные цилиндрические черенки разрезают вручную на гранулы размером 5–7 мм и высушивают при комнатной температуре.